

Two/multistage axial turbine esp. for aircraft gas turbine has intermediate stage sealing ring with ring elements held together by piston ring-type securing ring

Patent number: DE19931765
Publication date: 2001-01-11
Inventor: SCHIEBOLD HARALD (DE)
Applicant: ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND GMBH (DE)
Classification:
- international: *F01D11/00; F01D11/02; F01D11/00; (IPC1-7): F01D11/02*
- european: F01D11/00B; F01D11/02
Application number: DE19991031765 19990708
Priority number(s): DE19991031765 19990708

Report a data error here

Abstract of DE19931765

The gas turbine incorporates an intermediate stage sealing ring of relatively moveable elements. One of the sealing ring elements (21) is fastened detachable to the second ring element (22) via a securing ring (30). The securing ring is held in a groove (22d) of the second ring element, and engages into a groove (21d) in the first ring element. The rear second sealing ring element only is fastened to the vane ring (12a). The securing ring is of piston ring construction and has a radial slot.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 31 765 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
F 01 D 11/02

②1 Aktenzeichen: 199 31 765.8
②2 Anmeldetag: 8. 7. 1999
④3 Offenlegungstag: 11. 1. 2001

DE 199 31 765 A 1

⑦1 Anmelder:
Rolls-Royce Deutschland GmbH, 61440 Oberursel,
DE

⑦2 Erfinder:
Schiebold, Harald, 12161 Berlin, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

US 51 57 914 A
US 46 55 683 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Zweistufige oder mehrstufige Axialturbine einer Gasturbine

⑤7 Die Erfindung betrifft eine zweistufige oder mehrstufige Axialturbine einer Gasturbine, insbesondere einer Flug-Gasturbine, wobei ein Kühlluftstrom durch eine vordere Laufscheibe zur dahinterliegenden Laufscheibe geführt wird und wobei zwischen diesen Laufscheiben ein in Axialrichtung geteilter Zwischenstufendichtring vorgesehen ist, der am in diesem Scheibenzwischenraum vorgesehenen Leitschaufelkranz befestigt ist und wobei die Dichtringelemente des Zwischenstufendichtringes lösbar miteinander verbunden und bei Lösung dieser Verbindung sowie bei nicht montiertem Leitschaufelkranz gegeneinander im wesentlichen in Axialrichtung verschiebbar sind. Um eine einfache Montage bei geringem Raumbedarf zu ermöglichen, ist eines der Dichtringelemente am anderen Dichtringelement mittels eines Sicherungsringes lösbar gehalten, wozu dieser Sicherungsring in einer umlaufenden Nut des letztgenannten Dichtringelementes geführt ist und in eine umlaufende Nut des erstgenannten Dichtringelementes eingreift.

DE 199 31 765 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine zweistufige oder mehrstufige Axialturbine einer Gasturbine, insbesondere einer Flug-Gasturbine, wobei ein Kühlluftstrom durch eine vordere Laufscheibe zur dahinter liegenden Laufscheibe geführt wird und wobei zwischen diesen Laufscheiben ein in Axialrichtung geteilter Zwischenstufen-Dichtring vorgesehen ist, der am in diesem Scheibenzwischenraum vorgesehenen Leitschaufelkranz befestigt ist und wobei Dichtringelemente des Zwischenstufendichtringes lösbar miteinander verbunden sind und bei Lösung dieser Verbindung sowie bei nicht montiertem Leitschaufelkranz gegeneinander im wesentlichen in Axialrichtung verschiebbar sind. Zum technischen Umfeld wird neben der GB 2 057 573 A oder der EP 0 757 750 B1 insbesondere auf die nicht vorveröffentlichte deutsche Patentanmeldung 198 54 908.3 sowie auf das Flugtriebwerk BR710 der Anmelderin verwiesen.

An Axialturbinen, insbesondere Hochdruck-Axialturbinen von Flug-Gasturbinen, mit gekühlten Laufschaufeln und Laufscheiben wird üblicherweise der zur Kühlung benötigte Kühlluftstrom vom Abzapfpunkt des der Axialturbine vorgeschalteten Verdichters an die erste Turbinenstufe herangeführt. Von dieser aus wird zumindest ein Teil des Kühlluftstromes durch die erste Laufradstufe im Laufscheiben- oder Laufschaufelfußbereich hindurchgeführt und in den hinter dieser ersten Laufradstufe liegenden Scheibenzwischenraum eingeblasen, von welchem aus dieser Kühlluft-(Teil-)Strom mittels geeigneter Luftleitelemente, insbesondere Vordralldüsen, zur dahinter liegenden zweiten Laufradstufe geführt wird. Dies soll dabei möglichst verlustarm erfolgen, d. h. der jeweils vorliegende Kühlluft-(Teil-)Strom muß auch noch an der hintersten Turbinenstufe ein ausreichendes Kühlpotential besitzen.

Wie beispielsweise die o. g. nicht vorveröffentlichte deutsche Patentanmeldung 198 54 908.3 zeigt, sind im Scheibenzwischenraum der jeweils ersten, zweiten, dritten und vierten usw. Stufe einer Axialturbine, also generell zwischen zwei hintereinander angeordneten Laufscheiben einer Axialturbine sog. Dichtring- und Luftleitelemente zur Kühlluftführung bekannt. Diese bilden einen sog. Zwischenstufendichtring, der bei diesem vorbeschriebenen Stand der Technik zweiteilig ausgeführt ist, wobei die beiden Dichtringelemente dieses Zwischenstufendichtringes jeweils für sich an den Segmenten des diesen Scheibenzwischenraum zum Strömungskanal des Arbeitsgases hin begrenzenden Leitschaufelkranzes befestigt sind.

Bei dieser beschriebenen Anordnung müssen zur Sicherstellung der Montierbarkeit Kompromisse hinsichtlich der Funktion des Zwischenstufendichtringes gemacht werden, die sich nachteilig auf die Kühlluftversorgung der dahinterliegenden Laufscheibe auswirken. Eine räumliche Trennung des Kühlluftstroms von den heißen und unregelmäßig geformten Innenwänden des Leitschaufelkranzes ist nicht möglich bzw. würde zusätzliche segmentierte Hitzeschilde erfordern, die hinsichtlich ihrer Befestigung und strukturellen Integrität problematisch wären.

Andere bekannte Ausführungen eines Zwischenstufendichtringes haben andere Nachteile, die ihre Anwendung unter den vorhandenen Randbedingungen nicht erlauben. So wird durch die Ausführung von segmentförmigen Dichtringelementen, die lösbar miteinander verbunden werden, zwar ein Zugang zum radial innenliegenden Scheibenflansch ermöglicht, jedoch können sich hiermit Probleme hinsichtlich Rundheit unter thermischer Beanspruchung, Dichtigkeit und Zuverlässigkeit im Langzeitbetrieb ergeben.

Bei einer weiteren bekannten Ausführungsform, die am Triebwerk BR710 der BMW Rolls-Royce GmbH realisiert

ist, werden zwei Dichtringelemente verwendet, die axial übereinander bzw. ineinander verschieblich sind und mittels einer konventionellen Flanschverschraubung lösbar verbunden werden. Durch ihren erhöhten Platzbedarf ist diese verschraubte Bauart jedoch nur eingeschränkt anwendbar.

Eine Anordnung eines Zwischenstufendichtringes an der Axialturbine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aufzuzeigen, die sich durch einen geringen Bauraumbedarf auszeichnet, ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung.

Die Lösung dieser Aufgabe ist dadurch gekennzeichnet, daß eines der Dichtringelemente am anderen Dichtringelement mittels eines Sicherungsringes lösbar gehalten ist, wozu dieser Sicherungsring in einer umlaufenden Nut des letztgenannten Dichtringelementes geführt ist und in eine umlaufende Nut des erstgenannten Dichtringelementes eingreift. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind Inhalt der Unteransprüche.

Mit diesen soeben genannten Merkmalen erhält man eine platzsparende und dabei lösbare Verbindung von axial ineinander verschieblichen Dichtringelementen. Die verwendeten Verbindungselemente sind zur Montage und Demontage leicht zugänglich und sowohl während der Montage als auch im voll montierten Zustand verliergesichert. Dabei kann der Zwischenstufendichtring in gewisser Weise vormontiert und daraufhin beim Zusammenbau der Axialturbine in dieser vorpositioniert werden, derart, daß eines der Dichtringelemente das oder die andere(n) Dichtringelement(e) des Zwischenstufendichtringes trägt, wenn auch nicht in der von diesen endgültig einzunehmenden Position. In anderen Worten ausgedrückt bedeutet dies, daß beim Zusammenbau der Axialturbine noch bevor der jeweilige Leitschaufelkranz montiert wird, bereits der komplette Zwischenstufendichtring eingelegt wird. Dabei können die Dichtringelemente des Zwischenstufendichtringes derart übereinander geschoben sein, daß noch ein Zugang zum in Radialrichtung innenliegenden Bereich der Laufscheiben möglich ist, bspw. um diese über eine Schraubverbindung miteinander zu verbinden. Daraufhin können die Dichtringelemente relativ zueinander in Axialrichtung verschoben werden, so daß nun der Zwischenstufendichtring diese Zwischenstufe zwischen den nunmehr miteinander verbundenen Laufscheiben nahezu vollständig abdeckt. In einem darauffolgenden Montageschritt kann dann der Leitschaufelkranz eingesetzt werden, der letztlich diesen Zwischenstufendichtring bevorzugt über lediglich eines (und dabei bevorzugt über das hintere) der Dichtringelemente trägt.

Die Dichtringelemente des Zwischenstufendichtringes sind lösbar über einen Sicherungsring miteinander verbunden, da ein derartiges Verbindungselement wenig Bauraum benötigt und einfach montierbar ist. Dieser bevorzugt kolbenringartige Sicherungsring, der in Radialrichtung zumindest einen Schlitz aufweist, ist in einer Nut eines der Dichtringelemente geführt und greift in eine Nut des anderen Dichtringelementes ein. Der Sicherungsring kann am Umfang der Dichtringelemente mit zumindest zwei Halteklammern in radialer Außenposition als Umfangssicherung zur formschlüssigen Positionierung über die Seitenflächen der Dichtringelemente sowie über Ringaussparungen gehalten sein. Diese Halteklammern besitzen bevorzugt einen im wesentlichen U-förmigen Querschnitt und können somit das andere Dichtringelement umgreifen, wodurch eine axiale Verliersicherung gewährleistet ist.

Eines oder ggf. auch alle vorgesehenen Dichtringelemente kann bzw. können durch geeignet ausgebildete Vorsprünge oder kanalartig ausgebildete Fortsätze in vorteilhafter Weise die Funktion einer Trennung des Kühlluftstromes vom Scheibenzwischenraum im Bereich des Arbeitsgases bzw. allgemein eine Führung des Kühlluftstromes zur näch-

sten Laufscheibe übernehmen. All dies sowie weitere ggf. erfindungswesentliche Merkmale geht/gehen auch aus der folgenden Beschreibung mehrerer bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung hervor.

Im einzelnen zeigt

Fig. 1 einen Teillängsschnitt durch eine zweistufige Hochdruck-Axialturbine mit einem ersten Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Zwischenstufendichtring,

Fig. 2 in einer gegenüber Fig. 1 vergrößerten Ausschnitt-Darstellung einen vergleichbaren Teillängsschnitt für ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Zwischenstufendichtringes,

Fig. 3 in einer Darstellung analog Fig. 1 ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Zwischenstufendichtringes,

Fig. 4 das Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 in einem Zwischenzustand beim Zusammenbau der Axialturbine, wobei die Dichtringelemente des Zwischenstufendichtringes axial gegeneinander verschoben sind,

Fig. 5 den Ausschnitt X aus Fig. 2 zur Verdeutlichung der gegenseitigen Befestigung der Dichtringelemente, sowie

Fig. 6 die Darstellung gemäß Fig. 5 für ein Segment des Zwischenstufendichtringes in perspektivischer Darstellung.

In sämtlichen Figurendarstellungen ist mit der Bezugsziffer 8 die Laufscheibe der ersten Stufe einer Hochdruck-Axialturbine eines Flugtriebwerkes bezeichnet, welcher eine sog. Stufe-II-Laufscheibe 8' nachgeordnet ist. Die Stufe-I-Laufscheibe 8 und die Stufe-II-Laufscheibe 8' tragen wie üblich über ihrem Umfang verteilt eine Vielzahl von Turbinen-Schaufeln 2 bzw. 2' (im folgenden auch nur Schaufeln 2, 2' genannt), die in einen das Arbeitsgas der Strömungsmaschine gemäß Pfeilrichtung 10 führenden Ringkanal 11 hineinragen, und in welchen zwischen den Stufe-I-Schaukeln 2 und den Stufe-II-Schaukeln 2' wie üblich eine Vielzahl von letztlich am Gehäuse 13 der Axialturbine befestigten Leitschaukeln 12 hineinragen. Die in Radialrichtung 16 innen liegende Abdeckung der Leitschaukeln 12 ist (wie üblich) in Form eines sog. Leitschaukelkranzes 12a ausgebildet. Mit der Bezugsziffer 14 ist die Rotationsachse der Axialturbine bezeichnet, um welche die miteinander – wie in Fig. 1 dargestellt – über eine Schraubverbindung 17 verbundenen Laufscheiben 8, 8' rotieren.

In üblicher Weise sind hier auch die Schaufeln 2 bzw. 2' auf den zugehörigen Laufscheiben 8 bzw. 8' befestigt. Die Schaufeln 2, 2' weisen (in Strömungsrichtung 10 betrachtet) tannenbaumförmig geformte Schaufelfüße 1 bzw. 1' auf, mit denen die Schaufeln 2, 2' in entsprechend gestaltete Aussparungen in den Scheiben 8, 8' eingesetzt sind. Gegen axiale Verschiebung (in Pfeilrichtung 10) gesichert sind die Schaufeln 2, 2' dabei durch geeignet gestaltete und an den Laufscheiben 8, 8' befestigte Schließplatten 3 bzw. 3'.

Wegen der hohen Temperaturbelastung durch das im Ringkanal 11 strömende Arbeitsgas sind die Schaufeln 2, 2' luftgekühlt, d. h. in den Schaufeln 2, 2' verläuft zumindest ein hier nicht dargestellter Kühlkanal, der über eine Vielzahl von sog. Effusionslöchern auf der das Arbeitsgas führenden bzw. von diesem beaufschlagten Oberfläche der Schaufeln 2, 2' mündet. Mit Kühlluft versorgt wird dieser nicht dargestellte Kühlkanal von einer im Schaufelfuß 1 bzw. 1' vorgesehenen Kühlluftkammer aus, die der Einfachheit halber nicht figürlich dargestellt ist.

Mit Kühlluft versorgt wird diese Kühlluftkammer über einen jeweils in den Laufscheiben 8, 8' (und dabei nur für die Stufe-I-Laufscheibe 8 dargestellten) verlaufenden Versorgungskanal 15, der ausgehend von der bezogen auf die Strömungsrichtung 10 vorderen Stirnseite 8a der Laufscheibe(n) 8 (bzw. 8') in der den Schaufelfuß 1 aufnehmenden nicht nä-

her bezeichneten Aussparung der Laufscheibe 8 mündet. An die Eintrittsöffnung des Versorgungskanales 15 auf der Stirnseite 8a der Stufe-I-Laufscheibe 8 wird auf nicht dargestellte Weise hierzu ein vom dieser Hochdruck-Axialturbine vorgeschalteten Verdichter geförderter Kühlluftstrom herangeführt. Dieser Kühlluftstrom, von welchem ein Teil auf die im folgenden beschriebene Weise in Strömungsrichtung 10 durch den Schaufelfuß 1 hindurchgeführt wird, ist mittels nicht mit Bezugswerten versehenen Pfeilen dargestellt.

Von der besagten im Schaufelfuß 1 der Stufe-I-Schaukel(n) 2 vorgesehenen Kühlluftkammer zweigt nicht nur der zumindest eine nicht dargestellte und letztendlich über die oben bereits genannten Effusionslöcher auf der Oberfläche der Schaufeln 2 im Ringkanal 11 mündende Kühlkanal ab, sondern zusätzlich ein weiterer lediglich teilweise dargestellter Kühlkanal 4, der praktisch vollständig im Schaufelfuß 1 verläuft und dabei – ohne den in den Ringkanal 11 hineinragenden Teil der Schaufel 2 zu tangieren, in Strömungsrichtung 10 betrachtet auf der Rückseite 1a des Schaufelfußes 1 mündet. Von hier aus kann somit ein Teil des Kühlluftstromes, der zur an der Stirnseite 8a der Laufscheibe 8 liegenden Eintrittsöffnung des Versorgungskanales 15 herangeführt wird, in den sog. Scheibenzwischenraum 6 zwischen den beiden Laufscheiben 8 und 8' gelangen, und zwar durch eine bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1, 2 unterhalb der Schließplatte 3 und beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 in der Schließplatte 3 vorgesehene Austrittsöffnung 5. Von diesen (über dem Umfang der Axialturbine bzw. der Laufscheibe 8 selbstverständlich mehrfach vorhandenen) Austrittsöffnungen 5 aus gelangt die Kühlluft dann auf die im folgenden näher beschriebene Weise zur Stufe-II-Laufscheibe 8' bzw. zu deren Schaufeln 2'.

Zwischen den beiden Laufscheiben 8, 8' ist im bereits genannten Scheibenzwischenraum 6 ein sog. Zwischenstufendichtring 20 vorgesehen, der diesen Scheibenzwischenraum 6 gegenüber dem das Arbeitsgas führenden Ringkanal 11 abschirmt. Dieser Zwischenstufendichtring 20 ist aus zwei Dichtringelementen 21, 22 aufgebaut, wobei das in Strömungsrichtung 10 betrachtet hintere Dichtringelement 22 das davor liegende vordere Dichtringelement 21 auf später noch näher erläuterte Weise trägt. Damit der Zwischenstufendichtring 20 seine besagte Abschirmfunktion möglichst optimal erfüllen kann, weist das vordere Dichtringelement 21, das beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 als eine zum Leitschaukelkranz 12a annähernd parallel angeordnete Platte ausgebildet ist, nicht nur in seinem der Laufscheibe 8 zugewandten sturmseitigen Bereich, sondern auch auf seiner dem Leitschaukelkranz 12a zugewandten Seite Vorsprünge 23 auf, die im Zusammenwirken entweder mit der Laufscheibe 8 oder mit dem Leitschaukelkranz 12a jeweils zumindest einen Dichtungsspalt bilden. Dabei ist an der Innenseite des Leitschaukelkranzes 12a ein finnenartiger Vorsprung 24 vorgesehen, der mit den beiden in diesem Bereich vorgesehenen Vorsprüngen 23 des Dichtringelementes 21 in entsprechender Weise zusammenwirkt. Ein Übertritt von heißem Arbeitsgas aus dem Ringkanal 11 über die Spalte zwischen den Schaufelfüßen 1 und dem Leitschaukelkranz 12a in den Scheibenzwischenraum 6 wird somit von diesem vorderen Dichtringelement 21 sicher verhindert.

In gleicher Weise verhindert das hintere Dichtringelement 22 des Zwischenstufendichtringes 20, daß heißes Arbeitsgas aus dem Ringkanal 11 über die Spalte zwischen den Schaufelfüßen 1' der Stufe-II-Laufscheibe 8' und dem Leitschaukelkranz 12a in den Scheibenzwischenraum 6 gelangt. Hierzu ist das hintere Dichtringelement 22 zunächst einmal mit dem Leitschaukelkranz 12a verbunden bzw. ist an diesem befestigt. In eine gabelförmige Aufnahme 22a des Dicht-

ringelementes 22 ragt ein vom Leitschaufelkranz 12a in Radialrichtung 16 nach innen absteigender Steg 18 hinein und umgreift seinerseits einen die gabelförmige Aufnahme 22a in Axialrichtung 19 (diese ist parallel zur Rotationsachse 14) durchdringenden Vierkantstift 25.

In diesem Zusammenhang sei bereits an dieser Stelle kurz auf den Zusammenbau des u. a. aus den Laufscheiben 8, 8' bestehenden Rotors und dessen Einbau in das den Ringkanal 11 umgebende Gehäuse 13 der Axialturbine eingegangen: Zunächst wird hierzu der einen geschlossenen Ring bildende Zwischenstufendichtring 20 an der dem Scheibenzwischenraum 6 zugewandten Seite der Laufscheibe 8' angehängt, danach wird auf später noch näher erläuterte Weise die Laufscheibe 8' mit der Laufscheibe 8 über die Schraubverbindungen 17 verbunden. Anschließend daran werden die Leitschaufeln 12 in diesen somit entstandenen, zumindest aus den beiden Laufscheiben 8, 8' bestehenden Rotor eingelegt und zwar werden die (ringförmig angeordneten) Leitschaufeln 17 nacheinander gegen Radialrichtung 16 nach innen aufgesteckt, wobei die besagten Stege 18 in die zugeordneten gabelförmigen Aufnahmen 22a eingeführt werden. In diesen werden dann die Leitschaufeln 12 bezüglich des hinteren Dichtringelementes 22 auch im Zusammenwirken mit den Vierkantstiften 25 gehalten. Abschließend kann dieser vormontierte und mit den Leitschaufeln 12 versehene Rotor in das Gehäuse 13 in Axialrichtung 19 eingeführt werden.

Zurückkommend zur Abschirmfunktion des Zwischenstufendichtringes 20 bzw. genauer zur Abdichtfunktion des hinteren Dichtringelementes 22 bezüglich des Scheibenzwischenraumes 6 gegenüber dem das Arbeitsgas führenden Ringkanal 11 erkennt man auch an diesem Dichtringelement 22 einen geeigneten Vorsprung 23, der mit dem Schauffelfuß 1' zusammenwirkend einen Dichtungsspalt bildet, sowie einen nicht mit einer separaten Bezugsziffer versehenen U-förmigen Abschnitt des Dichtringelementes 22, innerhalb dessen Anstreifdichtungen 22b vorgesehen sind, die mit geeignet gestalteten Dichtungsstegen 26, die an der Laufscheibe 8' vorgesehen sind, im Sinne einer optimalen Abdichtung zusammenwirken. Im übrigen sind in diesem hinteren Dichtringelement 22 ringförmig angeordnet mehrere Durchtrittsbohrungen 22c vorgesehen, über welche die Kühlluft, die wie weiter oben erläutert wurde, aus der Austrittsöffnung 5 in den Scheibenzwischenraum 6 gelangt, hindurchtreten kann, um zur dem Scheibenzwischenraum 6 zugewandten Stirnseite der Laufscheibe 8' zu gelangen und von dieser aus (bspw. ähnlich wie bei der Laufscheibe 8) den Schauffeln 2 der Laufscheibe 8' zugeführt zu werden.

Dieser Zwischenstufendichtring 20 dient aber nicht nur der Abschirmung des Scheibenzwischenraumes 6 gegenüber dem Ringkanal 11, sondern kann vorteilhafterweise auch den aus der vorderen Laufscheibe 8 austretenden Kühlluftstrom möglichst wirkungsgradoptimal und somit verlustarm zu den Durchtrittsbohrungen 22c im hinteren Dichtringelement 22 führen, durch welche hindurch dieser Kühlluftstrom dann zur Stirnseite der hinteren Laufscheibe 8' gelangen kann. Dies ist insbesondere in den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 2 und 3 realisiert.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 weist hierzu das vordere Dichtringelement 21 im Bereich seiner freien Stirnseite einen im wesentlichen L-förmigen Fortsatz 27 auf, dessen vertikaler Schenkel im wesentlichen parallel zur Laufscheibe 8 (und somit in Radialrichtung 16) verläuft, und an den sich ein im wesentlichen in Axialrichtung 19 verlaufender horizontaler Schenkel anschließt. Im Schnittpunkt der beiden Schenkel ist abermals ein Vorsprung 23 vorgesehen, der sich im wesentlichen in der Höhe der Austrittsöffnung 5 in der Laufscheibe 8 befindet, aus welcher der durch diese

hindurchgeführte Kühlluftstrom wie bereits erläutert austritt. Durch seine Formgebung verhindert dieser Vorsprung 23, daß ein Teil dieses Kühlluftstromes durch den Raum zwischen dem vertikalen Schenkel des Fortsatzes 27 und der Laufscheibe 8 nach außen letztlich in den Ringkanal 11 abfließt. Vielmehr wird dieser Kühlluftstrom insbesondere durch den horizontalen Schenkel des Fortsatzes 27 bestmöglich zur hinteren Laufscheibe 8' bzw. genauer zu den über dem Umfang des hinteren Dichtringelementes 22 mehrfach vorhandenen Durchtrittsbohrungen 22c geführt, welche sich in Radialrichtung 16 betrachtet im wesentlichen in Höhe des freien Endes dieses horizontalen Schenkels des Fortsatzes 27 befinden.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist der Fortsatz 27 kanalartig ausgebildet, bzw. genauer ist an den horizontalen Schenkel des abermals im wesentlichen L-förmigen Fortsatzes 27 über mehrere nicht mit einer separaten Bezugsziffer bezeichnete Stege eine zu diesem Schenkel im wesentlichen parallel verlaufende Wand angeformt, so daß hiermit ein im wesentlichen in Axialrichtung 19 verlaufender Strömungskanal 28 gebildet wird, in dem die Kühlluft wie durch Pfeile dargestellt eine Zwangsführung von der vorderen Laufscheibe 8 letztendlich zur dahinter angeordneten Laufscheibe 8' erfährt. Der linksseitige Anfangsbereich dieses Strömungskanales 28 ist dabei in Form eines an die Austrittsöffnungen 5 angepaßten Einlauffrichters ausgebildet.

Für dieses Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist in der nunmehr erläuterten Fig. 4 der bereits weiter oben kurz beschriebene Montagevorgang bzw. Zusammenbau-Prozeß detaillierter dargestellt. Wie ersichtlich ist in diesem Zustand der Zwischenstufendichtring 20 – allerdings in einer veränderten Konfiguration – vorhanden und quasi vorübergehend an der hinteren Laufscheibe 8' aufgehängt, die über die Schraubverbindung 17 in der figürlichen Darstellung bereits mit der vorderen Laufscheibe 8 verbunden ist. Die Konfiguration des Zwischenstufendichtringes 20 ist dabei jedoch insofern verändert, als das vordere Dichtringelement 21 in Axialrichtung 19 zum hinteren Dichtringelement 22 hin verschoben ist, d. h. die beiden Dichtringelemente 21, 22 umgreifen sich hierbei gewissermaßen bereichsweise. Die in Axialrichtung 19 gemessene Längserstreckung der dermaßen (d. h. in einer sog. Montageposition) angeordneten Dichtringelemente 21, 22 ist nun erheblich geringer als diejenige der sich in der sog. Funktionsposition gemäß Fig. 3 befindenden Dichtringelemente 21, 22 bzw. des Zwischenstufendichtringes 20.

In der in Fig. 4 dargestellten Montageposition des Dichtringelementes 20, in welcher wie ersichtlich die Leitschaufeln 12 und somit auch der Leitschaufelkranz 12a noch nicht montiert sind bzw. ist, ist somit zwischen der linken Stirnseite des vorderen Dichtringelementes 21 und der Rückseite 1a der Schaufel(n) 1 ein ausreichender Freiraum vorhanden, über welchen ein mit dem Pfeil 29 verdeutlichter Zugang von außen zum radial innenliegenden Bereich der Laufscheiben 8, 8' möglich ist. Über diesen sog. Zugang 29 kann mittels eines geeigneten Werkzeuges die Schraubverbindung 17 zwischen den beiden zueinander bereits vorpositionierten Laufscheiben 8, 8' hergestellt werden. Nach der Herstellung dieser Schraubverbindung 17 kann dann das vordere Dichtringelement 21 gegenüber dem hinteren Dichtringelement 22 in Axialrichtung 19 und dabei entgegengerichtet zur Strömungsrichtung 10 (nach links) verschoben werden, um seine in Fig. 3 dargestellte sog. Funktionsposition einzunehmen.

Nach Verschieben des vorderen Dichtringelementes 21 ausgehend von der in Fig. 4 dargestellten Montageposition in die sog. Funktionsposition nach Fig. 3 können nun im nächsten Schritt beim Zusammenbau des Rotors dieses Axial-

alturbine (wie weiter oben bereits erwähnt wurde) die Leitschaukeln 12 in den Scheibenzwischenraum 6 eingelegt werden, womit auch der Leitschaukelkranz 12a aufgebaut wird. Bei diesem Montageschritt werden nun die bereits erwähnten Stege 18 des Leitschaukelkranzes 12a in die nunmehr (anders als beim Zustand nach Fig. 4) freiliegenden gabelförmigen Aufnahmen 22a des hinteren Dichtringelementes 22 eingesteckt. Mit Abschluß dieses Montageschrittes ist somit der Zwischenstufendichtring 20 am Leitschaukelkranz 12a befestigt bzw. wird von diesem getragen. Dabei sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß dieser soeben beschriebene Montageprozeß unabhängig von der detaillierten Ausgestaltung des vorderen Dichtringelementes 21 ist, d. h. er kann so mit jedem der in den Fig. 1-3 dargestellten Dichtringelemente 21 durchgeführt werden.

Im folgenden wird nun beschrieben, auf welche Weise die beiden Dichtringelemente 21, 22 ihrerseits miteinander verbunden sind, da – wie soeben erläutert wurde – lediglich das hintere Dichtringelement 22 am Leitschaukelkranz 12a befestigt ist, während das vordere Dichtringelement 21 vom hinteren Dichtringelement 22 getragen wird. Für diese Erläuterung wird neben Fig. 2 insbesondere auf die Fig. 5, 6 verwiesen.

Wie ersichtlich ist das vordere Dichtringelement 21 am hinteren Dichtringelement 22 mittels eines Sicherungsringes 30 lösbar gehalten, wozu dieser Sicherungsring 30 in einer umlaufenden Nut 22d des letztgenannten Dichtringelementes 22 geführt ist und gleichzeitig in eine umlaufende Nut 21d des erstgenannten Dichtringelementes 21 eingreift. Der Sicherungsring 30 ist dabei kolbenringartig ausgebildet und weist zumindest einen in Radialrichtung 16 verlaufenden Schlitz auf, welcher jedoch nicht figürlich dargestellt ist. Aufgrund dieses Schlitzes ist der Durchmesser dieses Sicherungsringes 30 in einem gewissen Bereich veränderbar, wobei eine in diesen Sicherungsring 30 eingebrachte Vorspannung dafür sorgt, daß der Sicherungsring 30 ohne Vorhandensein zusätzlicher Elemente danach trachtet, mit kleinstmöglichem Durchmesser im wesentlichen vollständig in der Nut 22d versenkt zu liegen.

Vorgesehen sind desweiteren mehrere (zumindest zwei) über dem Umfang des Zwischenstufendichtringes 20 verteilt angeordnete Halteklammern 31, durch die der Sicherungsring 30 letztlich in seiner radialen Außenposition gehalten wird, d. h. in einer solchen Position, daß er sowohl in die Nut 22d als auch in die Nut 21d eingreift. In dieser in den Fig. 2, 5, 6 dargestellten Position fixiert der Sicherungsring 30 dabei die beiden Dichtringelemente 21, 22 relativ zueinander. Die den Sicherungsring 30 in dieser figürlich dargestellten Position haltenden Halteklammern 31 weisen dabei einen im wesentlichen U-förmigen Querschnitt auf und sind wie ersichtlich in Aussparungen 22e des Dichtringelementes 22 eingesetzt, wobei sie sich am Steg 18 des montierten Leitschaukelkranzes 12a abstützen und das andere, vordere Dichtringelement 21 umgreifen, vgl. insbesondere Fig. 5. In der Perspektivdarstellung von Fig. 6 ist dabei lediglich die obere (bzw. hintere) Halteklammer 31 im montierten Zustand dargestellt, während die vordere (bzw. weiter unten liegende) Halteklammer 31 quasi freischwebend im Raum liegt und noch in der zugeordneten Aussparung 22e montiert werden muß.

Für eine Befestigung des vorderen Dichtringelementes 21 am hinteren Dichtringelement 22 ausgehend von der in Fig. 4 dargestellten sog. Montageposition zur Erzielung der in den Fig. 2, 3, 5, 6 dargestellten sog. Funktionsposition ist somit der Sicherungsring 30 zunächst vollständig in der Nut 22e des hinteren Dichtringelementes 22 versenkt, wobei die Halteklammern 31 selbstverständlich noch nicht montiert sind. Daraufhin wird das vordere Dichtringelement 21 bspw.

mittels elektrischer Heizbänder erwärmt, um die ansonsten vorliegende Preßpassung zwischen diesem sowie dem hinteren Dichtringelement 22 zu lösen. Daraufhin kann das vordere Dichtringelement 21 gegenüber dem hinteren Dichtringelement 22 in Axialrichtung 19 verschoben und in die (gewünschte) Funktionsposition gebracht werden. Anschließend werden die Halteklammern 31 montiert, wodurch der Sicherungsring 30 in seine figürlich dargestellte Position gebracht und in dieser gehalten wird. Abschließend wird, wie bereits weiter oben beschrieben wurde, der Leitschaukelkranz 12a (bzw. die Leitschaukeln 12) montiert. Wie insbesondere Fig. 5 zeigt, bildet der Steg 18 des Leitschaukelkranzes 12a dabei gleichzeitig eine axiale Verliersicherung für die Halteklammern 31.

Die Halteklammern 31 dienen somit als Umfangssicherung zur formschlüssigen Positionierung der beiden Dichtringelemente 21, 22 zueinander durch den Sicherungsring 30. Dieser kann abweichend vom beschriebenen Ausführungsbeispiel im übrigen auch zweiteilig oder mehrteilig ausgebildet sein. Ferner können eine Vielzahl weiterer Details insbesondere konstruktiver Art durchaus abweichend vom gezeigten Ausführungsbeispiel gestaltet sein, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen. Stets wird auf die beschriebene Weise trotz der engen Platzverhältnisse eine einfache Montage der Dichtringelemente 21, 22 ermöglicht, dabei können diese temporär axial ineinander verschoben werden, bspw. auch zur Demontage derselben. Die ohne zusätzliche Befestigungspunkte an den Leitkranzsegmenten 12a ausgelegte Konstruktion läßt desweiteren ein geringeres Gewicht, günstigere Fertigungsmöglichkeiten und wie beschrieben insbesondere auch nur äußerst geringe bzw. nahezu keine Leckageströmungen zu.

Bezugszeichenliste

- 1, 1' Schauffelfuß der Schaufel 2 bzw. 2'
- 1a Rückseite von 1 (in Strömungsrichtung 10 betrachtet)
- 2, 2' Schaufel (der Stufe I bzw. der Stufe II der Hochdruck-Axialturbine)
- 3, 3' Schließplatte der Laufscheibe 8 bzw. 8'
- 4 Kühlluftkanal
- 5 Austrittsöffnung von 4
- 6 Scheibenzwischenraum
- 8, 8' Laufscheibe (der Stufe I bzw. der Stufe II der Hochdruck-Axialturbine)
- 8a vordere Stirnseite von 8
- 10 Strömungsrichtung des Arbeitsgases in 11
- 11 Ringkanal für das Arbeitsgas
- 12 Leitschaukel
- 12a Leitschaukelkranz
- 13 Gehäuse der Hochdruck-Axialturbine
- 14 Rotationsachse
- 15 Versorgungskanal
- 16 Radialrichtung
- 17 Schraubverbindung (zwischen 8 und 8')
- 18 Steg (von 12a abgehend, in 22a hineinragend)
- 19 Axialrichtung
- 20 Zwischenstufendichtring
- 21 vorderes Dichtringelement (von 20)
- 21d umlaufende Nut (für 30)
- 22 hinteres Dichtringelement (von 20)
- 22a gabelförmige Aufnahme
- 22b Anstreifdichtung
- 22c Durchtrittsbohrung
- 22d umlaufende Nut (für 30)
- 22e Aussparung (zur Aufnahme von 31)
- 23 Vorsprung (an 21, 22)
- 24 finnenartiger Vorsprung (an 12a)

25 Vierkantstift
 26 Dichtungssteg(e) (an 8')
 27 Fortsatz (an 21)
 28 Strömungskanal (in 27)
 29 Zugang (Pfeil)
 30 Sicherungsring
 31 Halteklammer

kennzeichnet, daß der den Kühlluftstrom führende Fortsatz (27) kanalartig ausgebildet ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

5

Patentansprüche

10

1. Zweistufige oder mehrstufige Axialturbine einer Gasturbine, insbesondere einer Flug-Gasturbine, wobei ein Kühlluftstrom durch eine vordere Laufscheibe (8) zur dahinter liegenden Laufscheibe (8') geführt wird und wobei zwischen diesen Laufscheiben (8, 8') ein in Axialrichtung (19) geteilter Zwischenstufendichtring (20) vorgesehen ist, der am in diesem Scheibenzwischenraum (6) vorgesehenen Leitschaufelkranz (12a) befestigt ist, und wobei Dichtringelemente (21, 22) des Zwischenstufendichtringes (20) lösbar miteinander verbunden sind und bei Lösung dieser Verbindung sowie bei nicht montiertem Leitschaufelkranz (12a) gegeneinander im wesentlichen in Axialrichtung (19) verschiebbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß eines der Dichtringelemente (21) am anderen Dichtringelement (22) mittels eines Sicherungsringes (30) lösbar gehalten ist, wozu dieser Sicherungsring (30) in einer umlaufenden Nut (22d) des letztgenannten Dichtringelementes (22) geführt ist und in eine umlaufende Nut (21d) des erstgenannten Dichtringelementes (21) eingreift.

15

20

25

30

2. Zwei- oder mehrstufige Axialturbine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nur das in Axialrichtung (19) hintere Dichtringelement (22) am Leitschaufelkranz (12a) befestigt ist.

35

3. Zwei- oder mehrstufige Axialturbine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Sicherungsring (30) kolbenringartig ausgebildet ist und zumindest einen in Radialrichtung (16) verlaufenden Schlitz aufweist.

40

4. Zwei- oder mehrstufige Axialturbine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sicherungsring (30) durch zumindest zwei Halteklammern (31) in radialer Außenposition gehalten wird.

45

5. Zwei- oder mehrstufige Axialturbine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich die in Aussparungen (22e) eines der Dichtringelemente (22) eingesetzten Halteklammern (31) an einem Steg (18) des montierten Leitschaufelkranzes (12a) abstützen und einen im wesentlichen U-förmigen Querschnitt aufweisen und das andere Dichtringelement (21) umgreifen.

50

6. Zweistufige oder mehrstufige Axialturbine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenstufendichtring (20) geeignet ausgebildete Vorsprünge (23) oder dgl. aufweist, die mit dem Leitschaufelkranz (12a) oder mit einer Laufscheibe (8, 8') einen Dichtungsspalt bilden.

55

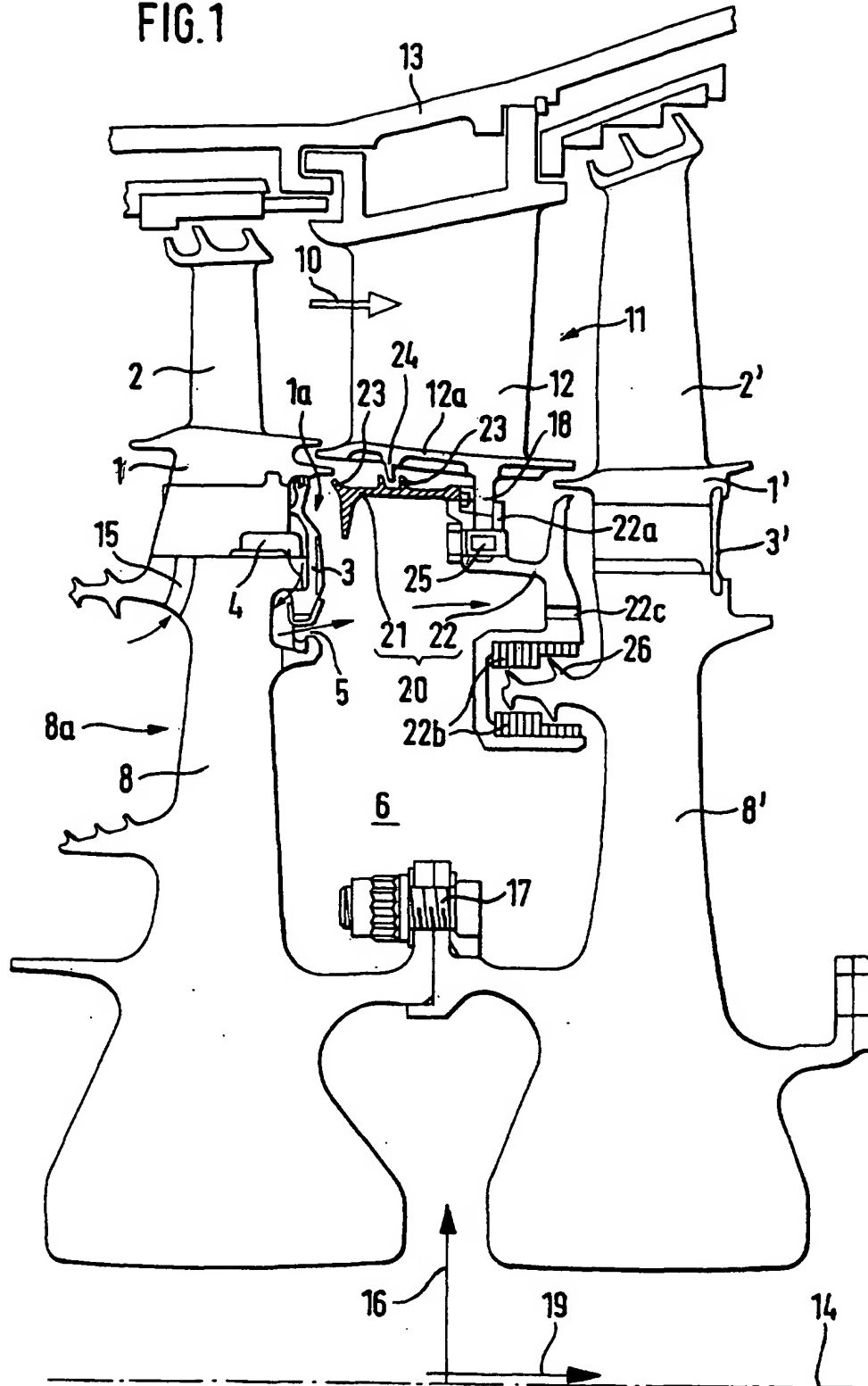
7. Zweistufige oder mehrstufige Axialturbine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eines der Dichtringelemente (21) mit einem Fortsatz (27) versehen ist, der einen aus der vorderen Laufscheibe (8) austretenden Kühlluftstrom zur dahinterliegenden Laufscheibe (8') führt.

60

65

8. Zweistufige oder mehrstufige Axialturbine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

FIG.1



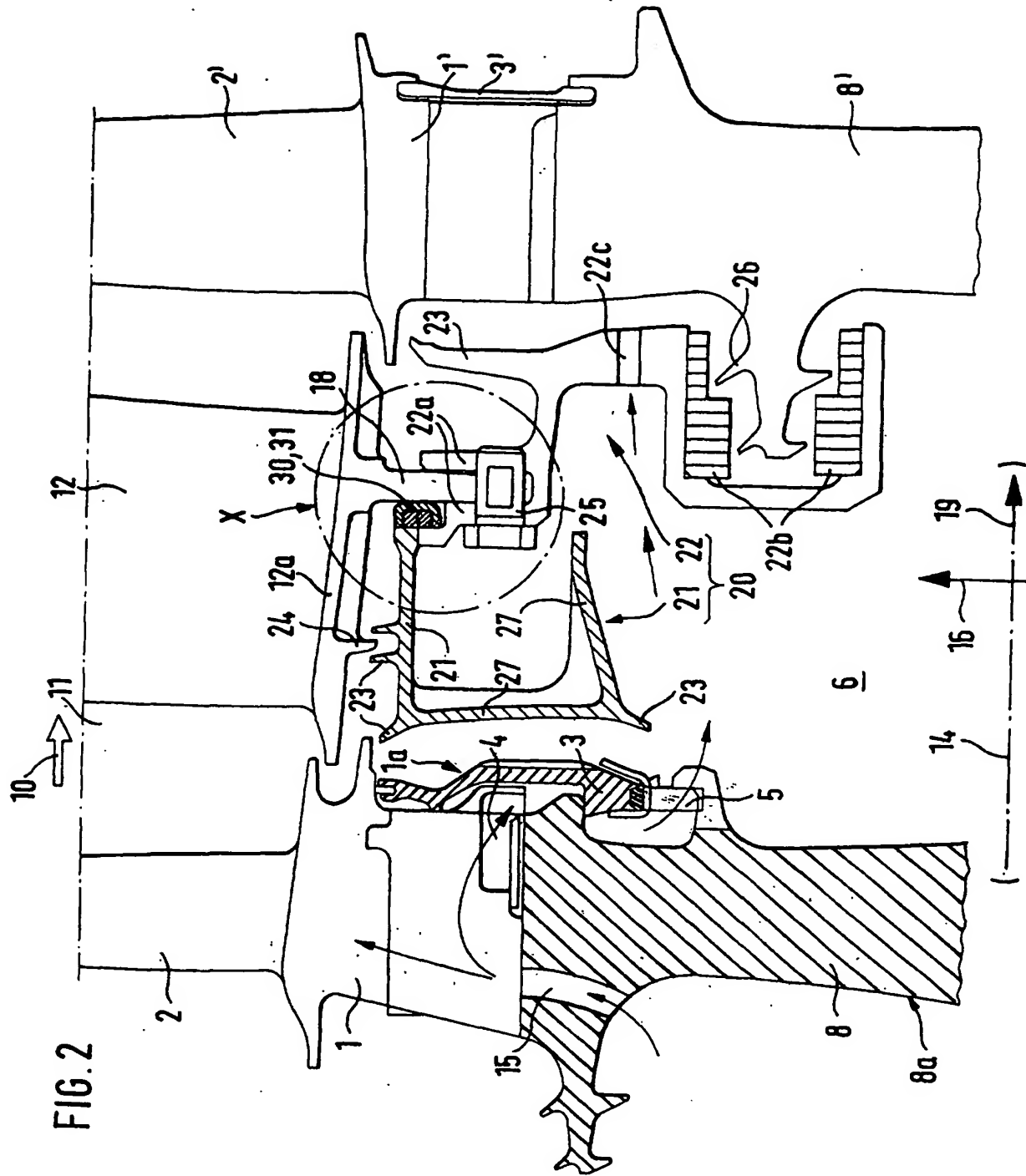
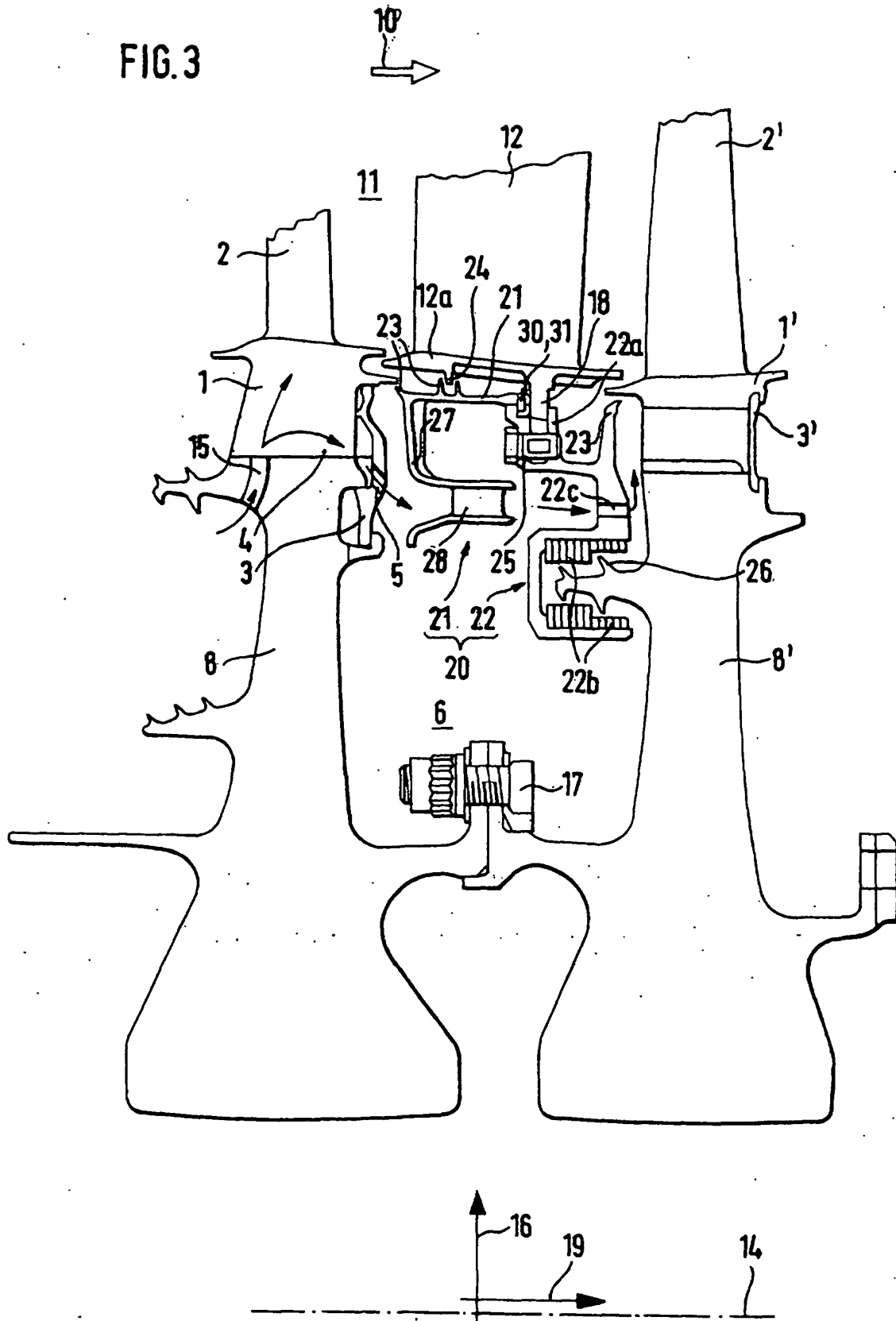


FIG. 3



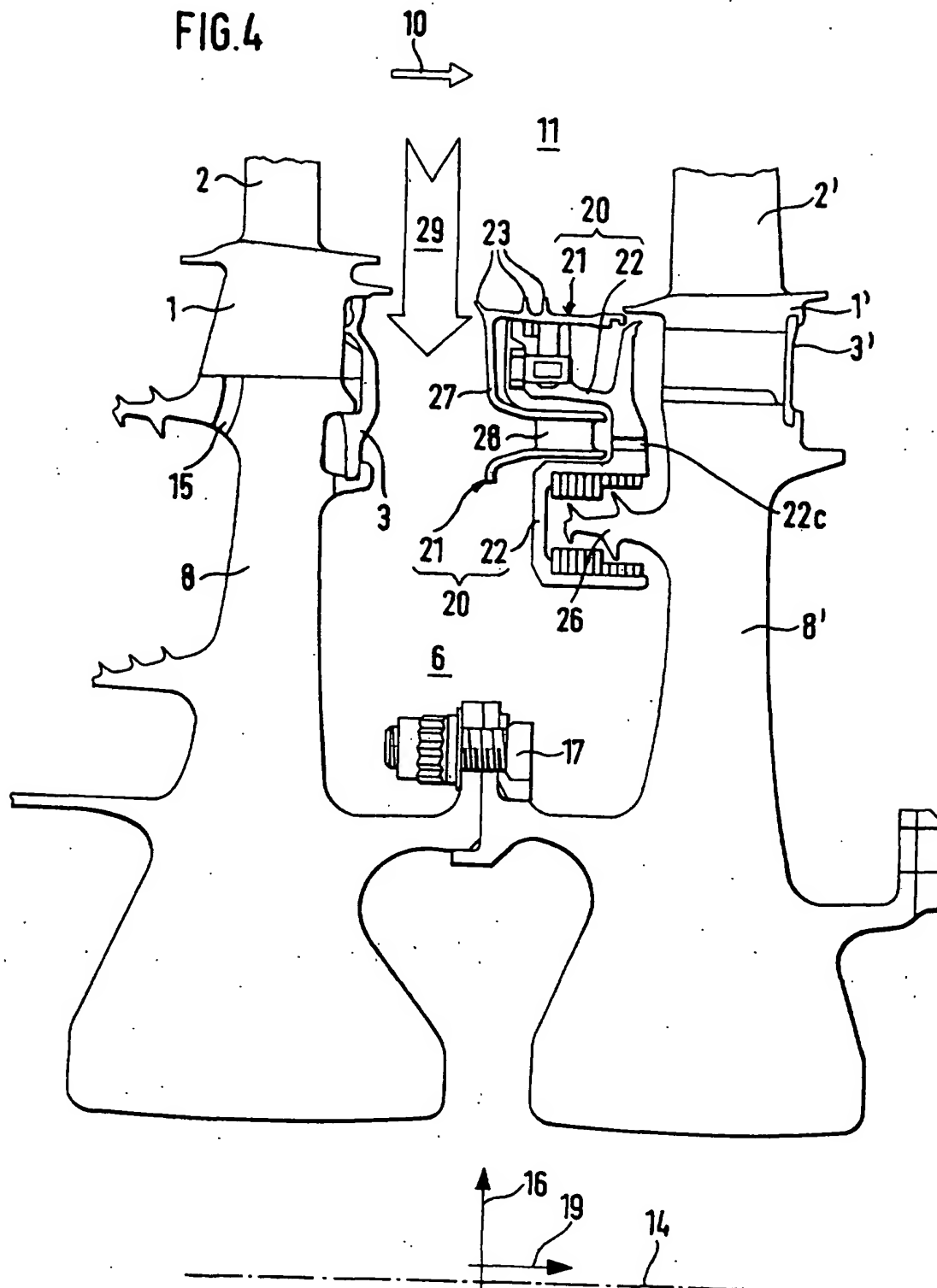


FIG. 5

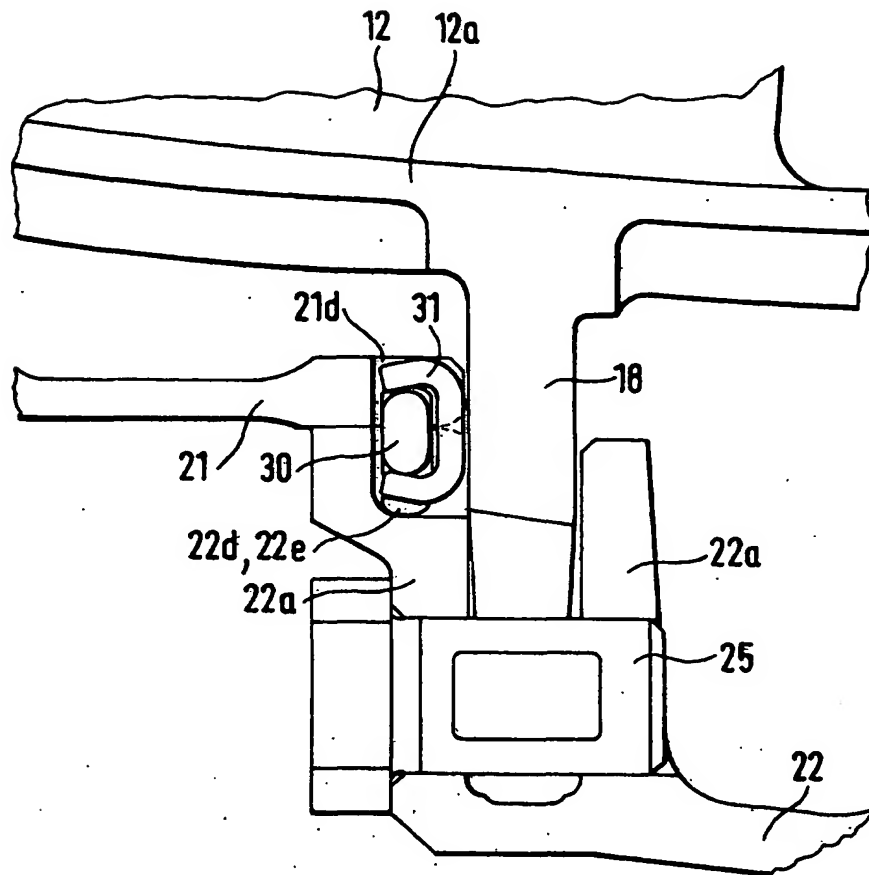


FIG. 6

